	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 (43) 공개일자	10-2013-0028184 2013년03월19일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H05H 1/26 (2006.01) C02F 1/46 (2006.01) A61L 2/14 (2006.01) (21) 출원번호 10-2011-0089895 (22) 출원일자 2011년09월05일 심사청구일자 2011년09월05일	(71) 출원인 주식회사 엔에스 경상남도 진주시 진주대로629번길 35, 연암공업대 학부설 진주창업보육센터 2층 207호 (가좌동) 강신흥 경남 진주시 상평동 218-4 상평동신아파트 301 (72) 발명자 강신흥 경남 진주시 상평동 218-4 상평동신아파트 301 (74) 대리인 김석계		

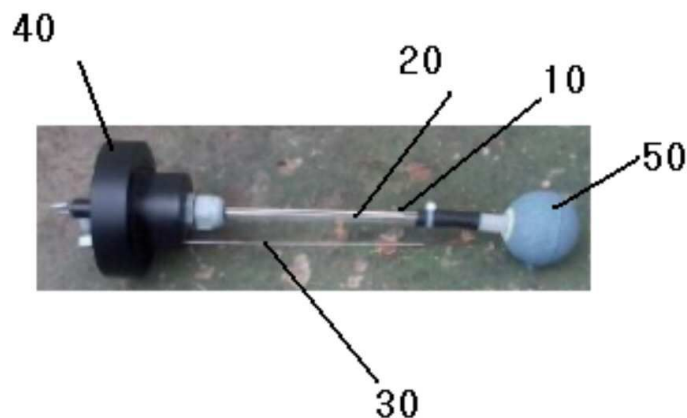
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 수중 설치 플라즈마토치 구조

(57) 요약

본발명은 수중 설치 플라즈마토치 구조에 관한 것으로, 수중에 설치되는 플라즈마토치에 있어서, 상기 플라즈마 토치는 투명석영관과, 상기 투명석영관(10)에 삽입되되, 투명 석영관과 지름방향으로 방전전극 갭을 갖는 도전성 방전극(20)과, 상기 투명 석영관(10) 외부에 이격되어 설치되어 도전성 방전극(20)에서의 최대전위경도를 집중시켜 고밀도 플라즈마 영역을 형성하는 도전성 대향전극(30)과, 상기 투명 석영관(10)의 상단에 조립되며 도전성 방전극(20)을 투명 석영관(10) 내부에 고정하는 전극 팁 구멍(41)과, 가스주입구(42)와, 도전성 대향전극(30)이 인입되는 대향전극 인입구(43)가 형성되는 토치캡(40)을 포함하는 것으로, 본 발명은 플라즈마 토치를 수중에 설치하여 강한 전계를 형성하여 플라즈마를 발생하고, 에어스톤으로 수중에 버블을 발생함으로써, 플라즈마영역에서 활성화된 라디칼 및 가스 등이 확산이 양호하고 접촉산화반응이 증대됨으로써, 환경오염물질을 용이하고 확실하게 제거할 수 있는 현저한 효과가 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

수중에 설치되는 플라즈마토치에 있어서, 상기 플라즈마토치는 투명석영관(10)과, 상기 투명석영관(10)에 삽입되며, 투명 석영관과 지름방향으로 방전전극 갭을 갖는 도전성 방전극(20)과, 상기 투명 석영관(10) 외부에 이격되어 설치되어 도전성 방전극(20)에서의 최대전위경도를 집중시켜 고밀도 플라즈마 영역을 형성하는 도전성 대향전극(30)과, 상기 투명 석영관(10)의 상단에 조립되며 도전성 방전극(20)을 투명 석영관(10) 내부에 고정하는 전극 팁 구멍(41)과, 가스주입구(42)와, 도전성 대향전극(30)이 인입되는 대향전극 인입구(43)가 형성되는 토치캡(40)을 포함하는 것을 특징으로 하는 수중 설치 플라즈마토치 구조

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 토치캡(40)에는 전극 팁 구멍(41), 가스주입구(42)와, 대향전극 인입구(43)가 형성되며, 가스주입구(42)는 토치캡의 측면으로 수평구멍이 천공된 후 토치캡 하부로 연통되는 수직구멍으로 구성되는 것을 특징으로 하는 수중 설치 플라즈마토치 구조

청구항 3

제1항에 있어서, 도전성 대향전극(30)은 직선 형상으로, 도전성 방전극(20)이 삽입설치된 투명 석영관(10)과 수직으로 평행하게 설치되어, 플라즈마 영역을 형성하는 것을 특징으로 하는 수중 설치 플라즈마토치 구조

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 투명 석영관(10)의 하단부에는 에어를 발생하는 에어스톤(50)이 결합되어 있는 것을 특징으로 하는 수중 설치 플라즈마토치 구조

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 투명석영관 대신에 투명아크릴관을 사용하는 것을 특징으로 하는 수중 설치 플라즈마토치 구조

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 수중 설치 플라즈마토치 구조에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수중에 설치하여 고전압에 의해 플라즈마를 발생하여 물을 정화할 수 있는 플라즈마 토치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 등록특허공보 특허번호 10-0932377호(공고일자 2009년12월16일)에는 발명의 배경기술로서 플라즈마를 이용한 수처리 기술에 대해 기재되어 있는바, 일반적으로 수(水)처리 기술은 크게 물리·화학적 처리와 생물학적 처리, 다단계 처리로 대별할 수 있다. 그러나 현재 이러한 기술을 뛰어넘어 더 나은 수처리 효과를 보기 위해 많은 연구가 진행되고 있는데, 소위 첨단 수처리 기술이라 불리는 기술을 중심으로 많은 연구가 행해지고 있다. 이에 상술한 첨단 수처리 기술의 종류를 살펴보면, 1) 전기화학적 방법에 의한 기술, 2) 전기·자기를 이용한 수처리 기술, 3) 자외선을 이용한 수처리 기술, 4) 플라즈마를 이용한 수처리 기술이 있는데 본 발명은 플라즈마를 이용한 수처리 기술에 속하며, 수중에서의 유해물질은 물론이고 대기 중의 유해가스 및 악취처리가 가능하다.

[0003] 한편, 기존의 수(水)처리 기술로는 응집처리, 오존을 이용한 오존산화처리, 용해성 유기물과 화합물을 흡착하는 활성탄 흡착, 미생물들에 의한 생물학적처리, 펜톤산화공정 등이 많이 이용되고 있다. 이 중 가장 일반적으로 사용되는 것은 오존이며, 산업폐수, 매립지 침출수 등의 사업장내 환경개선과 질병예방에 오존을 응용하려는 노력을 하고 있다. 이는 오존이 강력한 산화력을 가지고 있어 이론적으로 유기물을 CO₂ 및 H₂O로 완전 분해할 수 있는 잠재력이 있고 부산물을 생성하지 않는 장점이 부각되고 있기 때문이지만, 차츰 오존의 화학적 특성과 분해메커니즘이 밝혀지면서 오존과 일부 유기물과의 반응이 선택적으로 나타나거나 반응속도가 느리다는 단

점이 알려지고 있다.

[0004] 최근 이러한 오존처리의 단점과 재래식 산화처리 공정의 한계를 극복하기 위한 방안으로 수중에서 일반 산화제보다 훨씬 강력한 산화력을 지닌 OH 라디칼의 생성을 촉진시켜 오염된 물을 정수할 수 있는 처리법인 고급 산화처리법(AOP: Advanced Oxidation Process)이 수처리에 매우 효과적인 것으로 평가받고 있다.

[0005] 고급산화공정이란 오존, 과산화수소, 자외선 등 직접 주입한 산화제로부터 직접적으로 유기물을 분해하는 기존처리법의 한계를 넘어 몇 가지 단위공정을 조합하여 상호 복합적인 반응에 의해 인위적으로 산화력이 강한 OH라디칼을 수중에서 생성시켜 수처리 효과를 기대하는 진보된 산화처리방법이다. OH Radical은 오존이 분해되는 과정에서 중간물질로 생성된 것으로서 오존 그 자체보다 높은 산화 환원 전위차(2.80[V])를 가지며, 불포화탄화수소, 방향족 화합물을 쉽게 공략하고 할로젠족 화합물의 경우는 할로젠 원소를 치환하는 경로를 통하여 분해에 관여하기도 한다. 결국 AOP의 최종목표는 이러한 OH Radical의 생성 농도를 극대화하는 것이다.

[0006] 또한, 복합공정으로 수처리에 응용될 수 있는 AOP의 종류로는 O₃/highpH, O₃/H₂O₂(Peroxone), O₃/UV, H₂O₂/UV 등이 있으며, 이러한 고급산화법의 분야 중 하나로 수중 고전압 플라즈마 방전이 활발히 연구되고 있다.

[0007] 또한, 첨단 수처리 기술 중 플라즈마를 이용한 수처리 기술은 주로 저온 플라즈마공정으로서 과거 대기환경 분야에서 유해가스 제거에 사용되었지만, 중전의 수처리 기술과는 달리 약품투입이 필요 없고 처리공정도 간편하며, 2차오염도 발생시키지 않는 장점으로 최근 새로운 개념의 수처리 기술로 부각되고 있으며, 저온 플라즈마를 형성하는 방전에는 펄스 스트리머방전, 무성방전, 부분방전, 연면방전 및 코로나방전 등이 있다. 수질오염물질 처리를 위한 전기방전에 관한 연구들은 1980년대 후반부터 미국, 일본, 네덜란드, 체코, 러시아, 캐나다 등에서 활발하게 진행되어 왔다. 수중 또는 수표면에서 고전압 펄스방전을 발생시키면 다양한 물리·화학적 과정들이 시작되어 UV, shock waves, 그리고 H, O, OH, H₂O₂ 등과 같은 화학적 활성종들을 생성시키며, 수표면에 근접하여 발생하는 기체중의 방전에서는 배경기체에 산소가 존재할 때, 고농도의 오존과 활성라디칼들이 생성되어 쉽게 물에 용해되어 오염물질 제거과정에 참여할 수 있는 것으로 알려져 있다.

[0008] 특히, 플라즈마 발생기의 유입가스로 공기를 이용할 경우 플라즈마 발생기에서 예상되는 주요 반응식은 아래와 같으며, O₃을 비롯한 O, OH, H, N, HO₂ 등의 radical이 생성되고 이러한 불안정한 생성물들은 2차적으로 오염물질 또는 산소 등과 반응하여 peroxide나 새로운 형태의 라디칼을 형성함으로써 연쇄적인 산화분해 반응이 진행되며, 이러한 산화반응은 난분해성 물질, 대기 중 유해가스 및 악취, 색도 및 오·폐수의 살균처리 등 수질 정화에 폭 넓게 응용될 수 있다.

[0009] $N_2 + e \rightarrow N + N + e$ 식 1

[0010] $N_2 + e \rightarrow N_2^-$ 식 2

[0011] $O_2 + e \rightarrow 2O + e$ 식 3

[0012] $O_2 + e \rightarrow O_2^-$ 식 4

[0013] $H_2O + e \rightarrow H + OH + e$ 식 5

[0014] $O + e \rightarrow O^-$ 식 6

[0015] $O_2 + H \rightarrow HO_2$ 식 7

[0016] $H_2O + O \rightarrow 2OH$ 식 8

[0017] $O + O_2 \rightarrow O_3$ 식 9

[0018] $N_2 + O_2 \rightarrow N_2O + 2O$ 식 10

[0019] 현재, 수(水)처리를 위한 플라즈마 방전 기법은 너무도 많이 연구되어져 왔으며, 물에 플라즈마를 투입할 경우 매우 좋은 효과가 있다는 것은 이미 많은 학술적 실험으로 증명이 되어 그 가치를 인정받고 있다.

[0020] 그러나 현재까지 거의 대부분의 기술은 수중에서 플라즈마가 발생될 때 물의 도전성 때문에 플라즈마의 발

생이 매우 어려울 뿐 아니라 단락 방지 기술이 필수적으로 적용되어야 하기 때문에 플라스마를 연속적으로 발생시키기 위해서는 고가의 펄스 전원 및 고주파전원을 사용하거나 코팅 막 처리된 전극이나 수표면 방전을 위한 수면 위 전극을 사용하고 있다.

[0021] 이들 장치는 큰 규격과 무거운 중량으로 설치가 곤란하며, 높은 소비전력과 비싼 가격, 그리고 운전과 유지보수의 어려움 등으로 인한 단점을 가지고 있다.

[0022] 또한, 최근 다양한 유전체를 이용하여 수중에서 방전을 발생시키는 기법들이 연구되고 있지만, 수중에서 안정된 방전을 유지하지 못하여 단락이 발생하거나 급격히 방전효율의 저하되는 등의 문제가 여전히 발생되고 있다.

[0023] 따라서 등록특허공보 특허번호 10-0932377호에서는 이의 해결책으로서 고밀도 수중 플라스마 토치(torch)를 이용한 수질정화방법에 관한 것으로, 요약서에 기재된 바와 같이, 플라스마 반응기를 수중에 투입시켜 반응기의 열화를 방지하고, 수표면 및 수중에서 강한 전계를 형성하여 효과적으로 플라스마 에너지를 전달할 수 있도록 하는 고밀도 수중 플라스마 토치를 이용한 수질정화방법에 있어서, 상기 방법은 내경이 1.0~20mm이며 외경이 5~20mm이고 두께가 0.5~5mm인 규격의 직경보다 긴 길이를 갖는 투명 석영관(110)과, 상기 투명 석영관(110)에 삽입되어 석영관의 내경과 방전 갭(discharge gap)을 확보할 수 있는 직경을 갖는 도전성 방전극(120)과, 상기 투명 석영관(110) 외부표면에 접촉되어 도전성 방전극(120)에서의 최대전위경도를 집중시켜 고밀도 플라스마 영역을 형성하는 메쉬형 도전성 대향전극(130)과, 상기 투명 석영관(110)의 상단에 조립되어 도전성 방전극(120)을 투명 석영관(110) 내부 중심축에 고정시켜 간극거리를 유지하기 위한 전극 팁(141)과, 가스주입구(142) 및 고압선 인입구(143)를 갖는 방사형 토치헤드(140)를 구비하는 수중 플라스마 반응기(torch)를 구축하는 제1 단계와; 상기 투명 석영관(110) 내부에 삽입된 도전성 방전극(120)과 메쉬형 도전성 대향전극(130)의 위치 및 거리를 조절하여 사용하고자 하는 플라스마의 유동성을 크게 하는 제2 단계와; 상기 가스주입구(142)와 연결된 레귤레이터(200)를 통해 주입된 공기 또는 가스압으로 물과의 전로를 차단하여 수중에서 안정적으로 플라스마를 발생·유지시키는 제3 단계와; 상기 도전성 방전극(120)과 메쉬형 도전성 대향전극(130)을 상용 전자식 네온트랜스(300)의 단자에 연결하여 7[kV]~15[kV], 21.0[kHz]~23[kHz]의 전원을 인가시켜 고밀도 스트리머 플라스마를 발생시키는 제4 단계와; 상기 제3 단계에서 주입된 공기 또는 가스가 고밀도 플라스마 영역에서 활성화되면 즉시 수중으로 주입시키는 제5 단계를 포함하며, 또한, 상기 투명 석영관(110)의 하단부에는 상기 고밀도 플라스마 영역을 거쳐서 나온 활성화된 라디칼과 가스의 확산효과 및 접촉산화반응을 증대시키기 위해 마이크론 사이즈의 기포를 발생시키는 소밀 다공성 버블장치(400)를 통해 물과의 접촉시간 및 접촉 표면적을 높여 오염된 수질을 정화시키는 제6 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고밀도 수중 플라스마 토치를 이용한 수질정화방법을 제공하고 있다.

[0024] 그러나 상기와 같은 종래 기술 역시 플라스마영역에서 활성화된 라디칼 및 가스 등이 확산이 양호하지 않고, 접촉산화반응이 원하는만큼 증대되지 않음으로서, 환경오염물질을 용이하고 확실하게 제거하는 것이 곤란하다는 단점이 남아 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0025] 따라서 본 발명은 상기한 문제점을 해결하고자 발명한 것으로, 플라스마 토치를 수중에 설치하여 강한 전계를 형성하여 플라스마를 발생하고, 에어스톤으로 수중에 버블을 발생함으로써, 플라스마영역에서 활성화된 라디칼 및 가스 등이 확산이 양호하고 접촉산화반응이 증대됨으로써, 환경오염물질을 용이하고 확실하게 제거할 수 있는 수중 설치 플라스마토치 구조를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0026] 본발명은 수중 설치 플라스마토치 구조에 관한 것으로, 수중에 설치되는 플라스마토치에 있어서, 상기 플라스마 토치는 투명석영관과, 상기 투명 석영관(10)에 삽입되며, 투명 석영관과 지름방향으로 방전전극 갭을 갖는 도전성 방전극(20)과, 상기 투명 석영관(10) 외부에 이격되어 설치되어 도전성 방전극(20)에서의 최대전위경도를 집중시켜 고밀도 플라스마 영역을 형성하는 도전성 대향전극(30)과, 상기 투명 석영관(10)의 상단에 조립되며 도전성 방전극(20)을 투명 석영관(10) 내부에 고정하는 전극 팁 구멍(41)과, 가스주입구(42)와, 도전성 대향전극(30)이 인입되는 대향전극 인입구(43)가 형성되는 토치캡(40)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명은 플라스마 토치를 수중에 설치하여 강한 전계를 형성하여 플라스마를 발생하고, 에어스톤으로 수중에 버블을 발생함으로써, 플라스마영역에서 활성화된 라디칼 및 가스 등이 확산이 양호하고 접촉산화반응이 증대됨으로써, 환경오염물질을 용이하고 확실하게 제거할 수 있는 현저한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본발명 수중 설치 플라스마토치 사진
 도 2는 본발명 수중 설치 플라스마토치 토치캡 전체사진
 도 3은 본발명 수중 설치 플라스마토치 토치캡 하면 사진
 도 4는 종래의 수중 설치 플라스마토치 단면도
 도 5는 종래의 수중 설치 플라스마토치 장치도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본발명은 수중 설치 플라스마토치 구조에 관한 것으로, 수중에 설치되는 플라스마토치에 있어서, 상기 플라스마 토치는 투명석영관과, 상기 투명석영관(10)에 삽입되며, 투명 석영관과 지름방향으로 방전전극 갭을 갖는 도전성 방전극(20)과, 상기 투명 석영관(10) 외부에 이격되어 설치되어 도전성 방전극(20)에서의 최대전위경도를 집중시켜 고밀도 플라스마 영역을 형성하는 도전성 대향전극(30)과, 상기 투명 석영관(10)의 상단에 조립되며 도전성 방전극(20)을 투명 석영관(10) 내부에 고정하는 전극 팁 구멍(41)과, 가스주입구(42)와, 도전성 대향전극(30)이 인입되는 대향전극 인입구(43)가 형성되는 토치캡(40)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 또한, 상기 토치캡(40)에는 전극 팁 구멍(41), 가스주입구(42)와, 대향전극 인입구(43)가 형성되며, 가스주입구(42)는 토치캡의 측면으로 수평구멍이 천공된 후 토치캡 하부로 연통되는 수직구멍으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0031] 또한, 도전성 대향전극(30)은 직선 형상으로, 도전성 방전극(20)이 삽입설치된 투명 석영관(10)과 수직으로 평행하게 설치되어, 플라스마 영역을 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 또한, 상기 투명 석영관(10)의 하단부에는 에어를 발생하는 에어스톤(50)이 결합되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0033] 또한, 상기 투명석영관 대신에 투명아크릴관을 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0034] 본발명을 첨부도면에 의해 상세히 설명하면 다음과 같다. 도 1은 본발명 수중 설치 플라스마토치 사진, 도 2는 본발명 수중 설치 플라스마토치 토치캡 사진, 도 3은 본발명 수중 설치 플라스마토치 토치캡 하면 사진, 도 4는 종래의 수중 설치 플라스마토치 단면도, 도 5는 종래의 수중 설치 플라스마토치 장치도면이다.

[0035] 본발명은 수중에 설치되는 플라스마토치에 있어서, 상기 플라스마토치는 투명석영관이 내부에 설치되고, 상기 투명석영관(10) 내부에는 도전성 방전극(20)이 삽입설치되며, 상기 도전성 방전극(20)은 지름이 투명 석영관보다 작게 제작하여 방전전극 갭을 갖게 한다.

[0036] 그리고 상기 투명 석영관(10) 외부에는 도전성 방전극(20)에서의 최대전위경도를 집중시켜 고밀도 플라스마 영역을 형성하는 도전성 대향전극(30)이 이격되어 설치된다.

[0037] 그리고 상기 투명 석영관(10)의 상단에는 토치캡(40)을 설치하는 것으로, 상기 토치캡에는 도전성 방전극(20)을 투명 석영관(10) 내부에 고정하는 전극 팁 구멍(41)과, 가스주입구(42)와, 도전성 대향전극(30)이 인입되는 대향전극 인입구(43)가 형성되어 있다.

[0038] 특히 상기 가스주입구(42)는 토치캡의 측면으로 수평구멍이 천공된 후 토치캡 하부로 연통되는 수직구멍으로 구성된다. 토치캡에는 상하면을 관통하는 나사조립구멍이 3개가 방사상으로 천공되어 있다.

[0039] 또한, 도전성 대향전극(30)은 직선 형상으로, 도전성 방전극(20)이 삽입설치된 투명 석영관(10)과 수직으로 평행하게 설치되어 있어, 플라스마 영역을 형성하게 된다.

- [0040] 그리고 상기 투명 석영관(10)의 하단부에는 에어를 발생하는 에어스톤(50)이 결합되어 있다.
- [0041] 그리고 본 발명의 고밀도 수중 플라즈마 토치를 이용한 수질정화방법에 관한 핵심 기술적 구성은, 크게는 간단한 구조의 수중 플라즈마 반응기(torch)와, 공기 또는 가스를 주입·조절하는 레귤레이터와, 고전압, 저전력 저가의 플라즈마 발생용 상용 전자식 네온트랜스밋 산화반응을 촉진시키는 소밀 다공성 버블장치로 이루어진다.
- [0042] 상기 수중 플라즈마 반응기는, 수중에서 플라즈마를 발생시키기 위한 반응기수단으로, 상기 토치는 일정한 규격의 직경보다 긴 길이를 갖는 투명 석영관(10)과, 상기 투명 석영관(10) 내부에 삽입되어 석영관의 내경과 방전 갭(discharge gap)을 확보할 수 있는 직경을 갖는 도전성 방전극(20)과, 상기 투명 석영관(10) 외부표면에 접촉되어 도전성 방전극(20)에서의 최대전위경도를 집중시켜 고밀도 플라즈마 영역을 형성하는 도전성 대향전극(30)으로 하는 한 쌍의 전극과, 상기 투명 석영관(10)의 상단에 조립되어 도전성 방전극(20)을 투명 석영관의 내부 중심축에 고정시켜 간극거리를 유지하기 위한 전극 팁과, 공기 또는 가스주입구 및 고압선 인입구를 갖는 방사형 토치헤드를 구비한다.
- [0043] 상기 투명 석영관(10)은, 필요한 기계적 강도를 만족시키고 절연에서 발생하는 자외선 배출용으로 사용되며, 절연성 소재로 만들어진 관체는 모두 대체하여 사용이 가능하다. 특히 아크릴 재질의 관이 사용될 수 있다. 물론 석영관을 사용하는 것이 자외선 배출용으로는 더 적합하며, 내경이 1.0~20[mm] 내외(바람직하게는 6mm)이고 외경은 5~20[mm] 내외(바람직하게는 8mm)이며 두께는 0.5~5[mm] 내외(바람직하게는 2mm)인 것을 사용하였으며, 그 길이는 환경에 따라 조절이 가능하며 길이의 제한은 없고 당연히 크기의 특별한 제한도 없다.
- [0044] 따라서 석영관이 더 작을 경우도 더 클 경우에도 사용이 가능하다.
- [0045] 또한, 상기 도전성 방전극(20) 및 도전성 대향전극(30)은, 도전성소재이면 사용이 가능하고 상기 도전성 대향전극(30)은 내부식성의 금속 재질로 이루어지며, 방전효율을 높이기 위해서 10[cm]~25[cm] 정도(바람직하게는 15[cm])의 길이가 가장 적합하다.
- [0046] 여기서 상기 도전성 방전극(20)과 도전성 대향전극(30)에 인가되는 전압은, 대략 7[kV]부터 시작해서 그 이상의 내압을 발생시킬 수 있는 전원이면 사용가능하며, 고주파 전원은 물론이고 상용 전원의 범위 안에서 자유롭게 적용될 수 있다. 또한, 상기 7[kV]는 장치의 크기를 조정하여 그 이하에서도 동작을 가능하게 할 수 있다. 때문에 전원의 용량과 요구 사항에 맞춰 맞춤형 제작이 가능하다.
- [0047] 또한, 상기 도전성 방전극(20)의 침단 끝부분에서의 전계집중을 방지하고 안정적이며 고밀도 플라즈마 발생을 위해서는, 상기 도전성 대향전극(30)의 높이를 상기 도전성 방전극(20)의 침단 끝부분에서 2~7[mm] 상단에 위치시키는 것이 바람직하다.
- [0048] 또한, 상기 도전성 방전극(20)의 직경은, 상기 투명 석영관(10)의 내경보다 작아야 하는데 상기 도전성 방전극(20)의 반지름 r과 투명 석영관의 내경의 반지름 R과의 관계가 $R/r \approx 3$ 이상이 되도록 한다. 이는 내부전극 표면의 전계세기는 외부전극의 내반지름과 내부전극의 반지름의 크기에 따라 변화하기 때문이며, 코로나를 경유하여 스트리머(streamer) 방전까지 안정적으로 발생시키기 위함이다.
- [0049] 또한, 상기 방사형 토치헤드(40)는, 상기 투명 석영관(10) 상단에 위치하며, 투명 석영관의 파손을 방지하기 위하여 완충작용을 할 수 있는 절연성 재질의 것으로 사용되어야 한다. 또한, 반응기 내에서 고른 방전영역을 형성하기 위해 상기 도전성 방전극(20)을 상기 투명 석영관(10)의 내부 중심축에 고정시키고 삽입 길이를 조절할 수 있도록 하는 전극 팁(41)과 상기 레귤레이터를 통해 도전성 방전극(20)과 투명 석영관(10) 내경 사이의 공간으로 가스나 공기를 주입하기 위한 가스 주입구(42)와, 수중에서 도전성 대향전극(30)에 전원을 인가하기 위한 고압선 인입구로 구성되어 있다. 상기 도전성 방전극(20)과 고압선 인입구간의 거리는 출력전압의 손실과 단락 및 코로나손실을 방지하기 위해 최소 15[mm] 이상의 거리를 두었다.
- [0050] 한편, 본 발명의 유용한 특징은, 먼저 상기 투명 석영관(10)내의 상기 도전성 방전극(20)의 삽입 길이와 상기 도전성 대향전극(30)의 위치 및 거리를 조절할 수 있어 플라즈마의 밀도 내지는 플라즈마의 발생타입, 세기 및 발생을 일직선으로 함으로써 일정하게 발생영역을 유지할 수 있다. 즉, 고밀도 플라즈마 영역을 일정하게 유지하므로 플라즈마 발생영역의 제약이 없으며, 방전 전상 또한 사용환경이나 상황에 맞추어 적용할 수 있으므로 사용상 유동성이 크다.
- [0051] 다음은, 본 발명의 고밀도 수중 플라즈마 토치를 수처리에 적용 시, 상기 투명 석영관(10) 하단부에 소밀 다공성 버블장치를 설치하여 수질정화 효과를 급격히 증대시킬 수 있다는 것이다. 상기 소밀 다공성 버블장치는

미세한 마이크론 사이즈의 기포를 발생시켜, 물과의 접촉표면적을 넓혀 줄 수 있는 것이면 기존에 나와 있는 제품 혹은 제작하여 사용할 수 있으며, 본 발명에 이용될 수 있는 가스의 종류 또한 특별한 제한이 없어

[0052] 환경에 맞추어 적절히 사용이 가능하므로 그 만큼 사용상황에 따라 다양한 변화를 꾀할 수 있는 장점이 있다.

[0053] 이어서, 본 발명에서 플라즈마의 주 활성 메커니즘을 살펴보면, 상기 투명 석영관(10) 내부의 도전성 방전극(20)과 상기 투명 석영관(10) 외부표면에 설치되어 수중에 직접 접촉해 있는 상기 도전성 대향전극(30) 사이에 상기 투명 석영관(10)이 존재하고 이 투명 석영관(10)의 내부 즉, 투명 석영관(10) 내경과 상기 투명 석영관(10) 안에 삽입되어 상기 투명 석영관(10) 내경 중심부에 위치하고 있는 상기 도전성 방전극(20)의 외경 사이에 형성된 공간으로 상기 레귤레이터를 이용하여 가스 또는 공기를 주입시켜 그것들의 압력으로 상기 투명 석영관(10) 내부와 상기 도전성 방전극(20)의 하단부로부터 물과의 사이에 공간을 만들어 전로를 차단함으로써, 상기 도전성 방전극(20)과 물과의 단락현상을 막아주면서 동시에 상기 공간에서 플라즈마를 발생시킨다.

[0054] 이때 상기 투명 석영관(10)에는 플라즈마가 발생된다.

[0055] 먼저 본 발명은 상기 투명 석영관(10) 외부표면에 설치되어 있는 상기 도전성 대향전극(30)이 수중에 직접 접촉되어 있기 때문에 물자체가 하나의 도전성 전극의 역할을 하므로 대전현상이 발생하여 기중 방전의 하나인 글로우나 스트리머가 형성된다. 이는 상기 투명 석영관(10)과 상기 도전성 방전극(20)사이의 공간으로 주입되는 가스나 공기를 활성화 시키는 역할이 불필요하다.

[0056] 상기 레귤레이터는, 공기 또는 가스를 주입조절하는 수단으로, 상기 수중 플라즈마 반응기의 투명 석영관(10)과 도전성 방전극(20) 사이의 공간으로 가스 또는 공기를 조절하여 주입시킨다.

[0057] 또한, 상기 상용 전자식 네온트랜스는, 플라즈마를 발생시키기 위한 고전압 인가수단으로, 상기 도전성 방전극(20) 및 도전성 대향전극(30)에 7[kV]~15[kV], 20.0[kHz]~23[kHz]의 전원을 인가시킨다.

[0058] 이하, 본 발명의 고밀도 플라즈마를 수중에서 안정적으로 발생시키기 위한 작용을 더욱 상세하게 설명하면, 본 발명에 사용되는 전원은 상용 전자식 네온트랜스로서 20.0[kHz]~23[kHz]의 높은 주파수를 갖는 고전압 펄스 교류전원이다. 상기 도전성 방전극(20)과 도전성 대향전극(30) 사이에 유전체관[투명 석영관(10)]을 두고 전원을 인가하면, 공기와 유전체관[투명 석영관(10)]의 정전용량으로 인한 충전전류, 절연저항에 의한 누설전류 및 유전체손을 공급하기 위한 전류가 흐르는데 이 경우 중요한 것은 쌍극분자가 전계의 방향으로 전향하려고 하는 현상으로 인하여 생기는 쌍극자 전도전류이다. 이 전류는 직류전압에 대하여는 쌍극분자가 전계방향으로 그 방향으로 전향해버리면 흐르지 않게 되지만, 본 발명에 사용되는 전원이 인가된 경우 교번전계의 극성의 전환에 의하여 쌍극분자가 전원 주파수에 상응하는 주기로 그 방향으로 전향되어 유전체 내에 전류가 흐르게 되고, 또 이 쌍극분자가 진동을 하게 되므로 인접된 물 분자와의 마찰 및 전계효과 등이 발생된다. 그리고 상기 도전성 대향전극(30)의 높이가 상기 도전성 방전극(20) 침단 끝에서 하단에 존재할 경우 상기 도전성 방전극(20) 침단 끝부분에 전계가 상기 도전성 대향전극(30)에 집중되어 아크방전이 발생하거나, 비방전영역이 많아져 효율이 떨어지며, 상기 투명 석영관(10)내에 유입된 수분이나 물 입자 및 액면 상에 노출되었을 경우 액면의 진동, 일부분이 상승 혹은 요부가 일어나서 절연이 파괴되기 쉽다. 때문에 상기 도전성 대향전극(30)의 높이를 상기 도전성 방전극(20)의 침단 끝부분에서 2[mm]~7[mm] 상단에 위치시킴으로서 전계집중계수를 완화시켜 고른 방전영역을 안정적으로 유지한다.

[0059] 따라서 상기 도전성 방전극(20)과 도전성 대향전극(30) 사이에서 도전현상이 일어나 고밀도 플라즈마가 발생됨과 동시에 수중에서 강한 전계를 형성하여 플라즈마 에너지를 효율적으로 물에 주입시킬 수 있는 것이다.

[0060] 또한, 기존의 수중에서 플라즈마를 발생시키는 기술은, 전극이 물속에 잠겨 있을 경우 도전성 물에 의해 단락이 발생하거나 수표면 방전의 경우 방전공간이 한정되어 있어 매우 비효율적인 처리방법이 되며, 전극의 간극길이가 일정하지 못하여 절연파괴가 일어나기 때문에 매우 고가의 펄스전원을 사용하거나 유전체 코팅된 전극 등을 사용한다. 때문에 고가의 장비와 운전 및 설치의 어려움으로 일반화되지 못한 것인데 반해, 본 발명의 경우는 상기 도전성 방전극(20)과 물과의 전로를 차단하여 안정적으로 고밀도 플라즈마를 발생시키고, 스트리머 방전에 의해서 생성된 전하의 양 만큼만 수중에 플라즈마 에너지를 전달시키기 때문에 단락이 발생되지 않고 스트리머 방전에서 생성된 전하의 양 만큼만 포화되어 전류가 흐르기 때문에 전원장치의 용량을 초과하지 않는 안정적인 플라즈마를 발생시킬 수 있다. 때문에 연속적인 플라즈마 에너지의 전달이 가능한 것이다.

[0061] 한편, 공기나 가스의 압력 그리고 전압의 크기는 플라즈마의 강도에 큰 영향을 주기 때문에 매우 중요한

요소라 할 수 있다. 즉, 파센의 법칙과 타운젠트 이론을 근거로 하여 볼 때 입자들의 충돌회수와 압력 그리고 상기 전극[도전성 방전극(20), 도전성 대향전극(30)]간의 거리는 플라즈마 생성에 매우 중요한 인자들임에는 틀림없고, 상기 전극[도전성 방전극(20), 도전성 대향전극(30)]들의 거리는 간단히 조절되며 필요한 상황에 따라 상기 전극[도전성 방전극(20), 도전성 대향전극(30)]들의 거리를 적절히 조절하여 플라즈마 강도를 조절할 수 있음은 당연한 이치인 것이다. 한편, 석영관과 대향전극의 이격거리는 15 ~ 35mm 정도로 한다. 그리고 이에 부가 설명하자면, 플라즈마는 엄밀하게 볼 때 자연에너지이기 때문에 전력공학이나 전자기학에서처럼 선형성을 띄지 못하기 때문에 공학이라고 단정하기가 어렵다.

[0062] 그러므로 전압과 공기 및 가스압의 세기를 조절하여 플라즈마의 강도를 조절한다는 것은 다분히 유동적일 수 있어 결국 사용자가 전압과 가스압의 세기를 상황에 맞게 적절히 조절하여 플라즈마의 적절한 강도를 얻어야 한다.

[0063] 그리고 본 발명은 H^+ , O_3 , 라디칼, 및 이온들의 혼합물을 생성하고 이러한 부산물들은 곧바로 수중에 주입되어 고농도의 OH , H^+ , H_2O_2 , 수산화전자 그리고 각종 라디칼 등 다량의 활성종을 생성시키며, 상기 투명 석영관(10)과 도전성 대향전극(30) 사이로 방사되는 자외선과 플라즈마 에너지를 처리 대상물에 직접 조사할 수 있다.

[0064] 상기 소밀 다공성 버블장치는, 산화반응을 촉진시키는 수단으로, 상기 투명 석영관(10) 하단부에 연결되며, 물과의 접촉시간 및 접촉 표면적을 높여 접촉산화반응을 증대시키기 위해 마이크론사이즈의 기포를 발생시킨다. 즉 고밀도 플라즈마 거쳐서 나온 다량의 고농도 활성라디칼을 포함한 기포가 묻쳐지지 않고 잘게 쪼개어져 수중에 표류 확산된다.

[0065] 따라서 물과의 접촉시간 및 표면적 등이 높아져 고농도 활성종들의 용존율과 접촉산화작용 등을 매우 증대시킬 수 있으므로 환경오염물질 처리에 있어 그 처리시간이 매우 빠르며 탁월한 효과가 있다.

[0066] 본 발명의 수질정화방법은, 플라즈마 반응기를 수중에 직접 투입시켜 반응기의 열화를 방지하고, 수표면 및 수중에서 강한 전계를 형성하여 효과적으로 플라즈마 에너지를 전달할 수 있도록 한 앞서 설명한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 고밀도 수중 플라즈마 토치 발생장치에 포함된 수중 플라즈마 반응기를 구축한다.

[0067] 또한, 상기 투명 석영관(10) 내부에 삽입된 도전성 방전극(20)과 도전성 대향전극(30)의 위치 및 거리를 조절하여 사용하고자 하는 플라즈마의 유동성을 크게 한다.

[0068] 또한, 상기 가스주입구(42)와 연결된 레귤레이터를 통해 주입된 공기 또는 가스압으로 물과의 전로를 차단하여 수중에서 안정적으로 플라즈마를 발생·유지시킨다.

[0069] 또한, 상기 도전성 방전극(20)과 도전성 대향전극(30)을 상용 전자식 네온트랜스의 단자에 연결하여 7[kV]~15[kV], 20.0[kHz]~23[kHz]의 전원을 인가시켜 고밀도 스트리머 플라즈마를 발생시키게 된다.

[0070] 또한, 상기 전단계에서 주입된 공기 또는 가스가 플라즈마 영역에서 활성화되면 즉시 수중으로 주입시키게 된다.

[0071] 또한, 상기 투명 석영관(10)의 하단부에는 상기 고밀도 플라즈마를 거쳐서 나온 라디칼과 가스의 확산효과 및 접촉산화방식을 증대시키기 위해 마이크론 사이즈의 기포를 발생시키는 소밀 다공성 버블장치를 통해 물과의 접촉시간 및 접촉 표면적을 높여 오염된 수질을 정화시키는 것이다.

[0072] 이와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 고밀도 수중 플라즈마 토치를 이용한 수질정화방법은, 간단한 구조의 수중 플라즈마 반응기와, 공기 또는 가스를 주입·조절하는 레귤레이터와, 고전압 저전력 저가의 플라즈마 발생용 상용 전자식 네온트랜스 및 산화반응을 촉진시키는 소밀 다공성 버블장치를 구성함으로써, 전원에 소비되는 비용을 최소화하고, 간단한 구조의 수중 플라즈마 반응기를 고안하여 운전 및 설치가 용이함은 물론 고장발생시 수리 및 보수가 편리하다. 또한, 수중 플라즈마 반응기를 물에 직접 접촉시켜 플라즈마를 발생시킴으로써, 반응기의 열화를 방지하고 수표면 및 수중에서 강한 전계를 형성하여 효율적으로 플라즈마 에너지를 전달할 수 있게 된다. 또한, 상기 투명 석영관(10)의 하단부에 소밀 다공성 버블장치를 설치함으로써, 물과의

접촉시간 및 접촉 표면적을 높임으로서 반응기의 고밀도 플라즈마를 거쳐서 나온 활성화된 라디칼 및 가스 등의 확산효과와 접촉산화반응을 현저히 증대시킬 수 있게 된다.

[0073] 따라서 본 발명은 난분해성물질 및 축산폐수, 산업폐수 처리, 대기 중 유해가스 및 악취제거, 오·폐수의 살균처리 및 색도, 탁도 제거 등 다양한 분야에서 환경오염물질을 매우 효율적으로 처리할 수 있는 수질정화방법을 제공하게 되는 것이다.

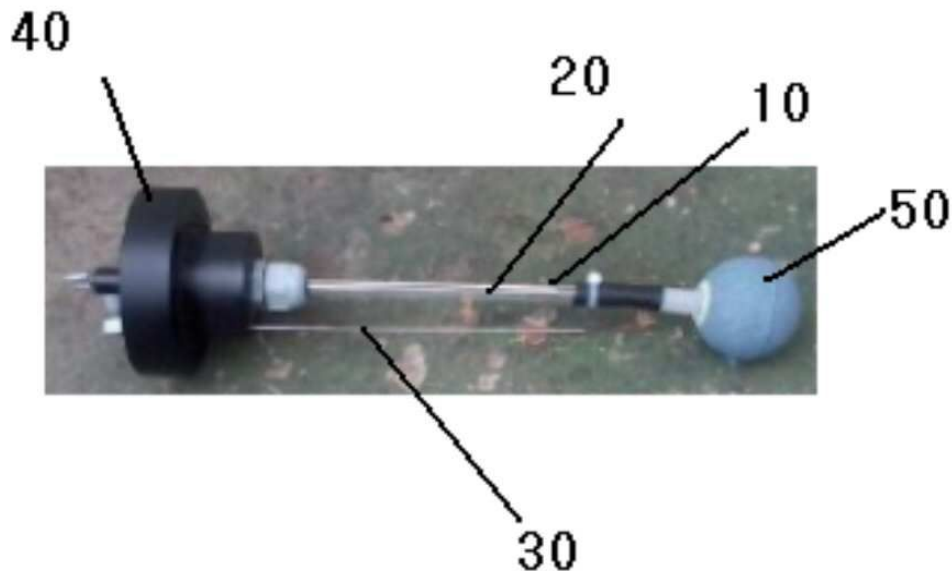
[0074] 따라서 본 발명은 플라즈마 토치를 수중에 설치하여 강한 전계를 형성하여 플라즈마를 발생하고, 에어스톤으로 수중에 버블을 발생함으로써, 플라즈마영역에서 활성화된 라디칼 및 가스 등이 확산이 양호하고 접촉산화반응이 증대됨으로써, 환경오염물질을 용이하고 확실하게 제거할 수 있게 된다.

부호의 설명

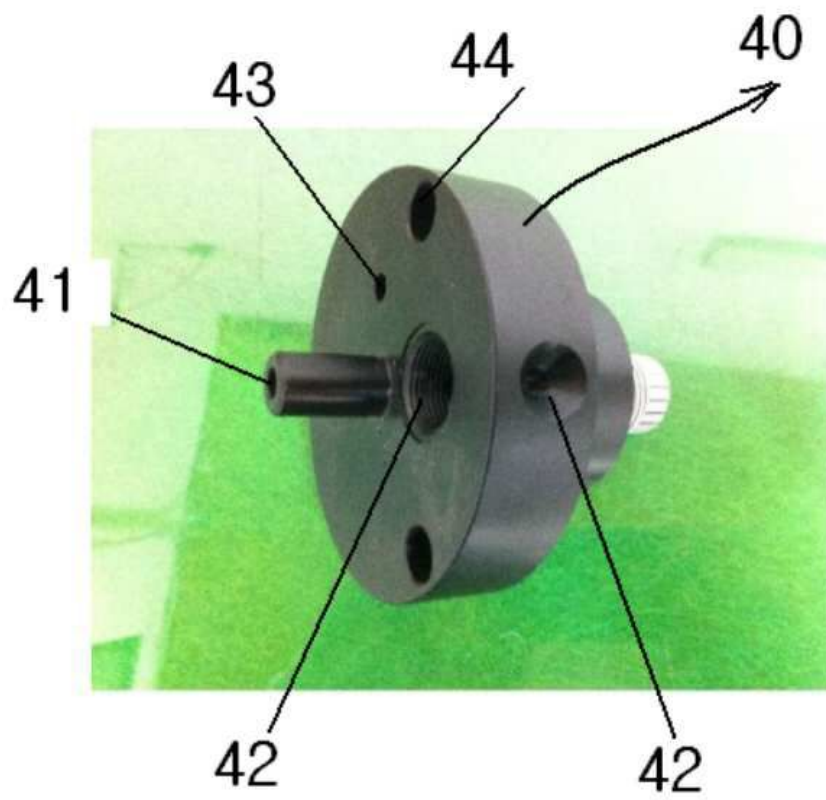
[0075] 10 : 투명석영관 20 : 도전성 방전극
30 : 도전성 대향전극 40 : 토치캡
41 : 전극 팁 구멍 42 : 가스주입구
43 : 대향전극 인입구 44 : 나사조립구멍
50 : 에어스톤

도면

도면1



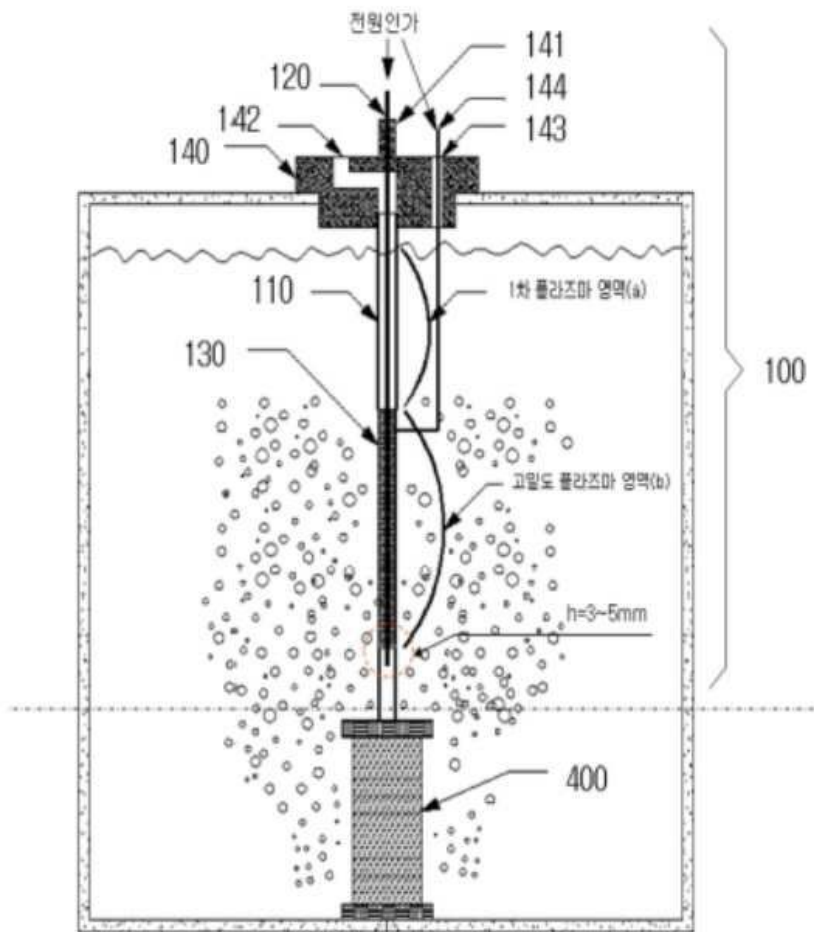
도면2



도면3



도면4



도면5

